

FOCUS PLATE

Patent Number: JP3192232
Publication date: 1991-08-22
Inventor(s): UMEDA TOSHIRO; others: 02
Applicant(s):: NIKON CORP
Requested Patent: ☐ JP3192232
Application Number: JP19890331535 19891221
Priority Number(s):
IPC Classification: G03B13/24
EC Classification:
Equivalents: JP2881877B2

Abstract

PURPOSE: To eliminate a feeling of roughness due to granularity even when a dark lens is used or when a lens is stopped down with a stop and to obtain the focus plate which provides excellent defocusing effect by employing a specific shape which is random to some extent for the shape of microlens curved surfaces, specially, as to the height of projections and depth of recesses of unevenness.

CONSTITUTION: The array pitch P of many microlens curved surfaces is expressed as $8\mu\text{m} \leq P \leq 30\mu\text{m}$ and the coordinates of respective peak points are given as periodical grating points (X', Y') of equations I and II determined by the pitch P and combinations (I, J) of integers. Further, there is variance among the distances of the respective peak points of the microlens curved surfaces from a plane and the differences of the respective peak points from the plane are within a range of $(HXP)\mu\text{m}$ by using a constant H represented by an equation III. Consequently, the bright focus plate which provides the defocusing effect and has its in-focus state easily decided is obtained although an excellent appearance which has neither a roughness feeling nor granularity is obtained.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)8月22日

G 03 B 13/24

6867-2H

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全11頁)

⑭ 発明の名称 焦点板

⑰ 特 願 平1-331535

⑱ 出 願 平1(1989)12月21日

⑲ 発 明 者 梅 田 俊 郎 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内
 ⑲ 発 明 者 杉 村 博 之 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内
 ⑲ 発 明 者 塚 田 信 一 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内
 ⑲ 出 願 人 株 式 会 社 ニ コ ン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
 ⑲ 代 理 人 弁 理 士 渡 辺 隆 男

明 細 書

1. 発明の名称

焦点板

2. 特許請求の範囲

(1)多数のマイクロレンズ状曲面が所定平面上に2次元的に配置されてなる拡散板において、該マイクロレンズ状曲面の配列ピッチPが、

$$8\mu\text{m} \leq P \leq 30\mu\text{m}$$

であり、前記多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の前記平面上における座標(X, Y)は、前記ピッチPと整数の組(I, J)とから決まる次の周期的格子点(X', Y')で与えられ、

$$X' = P \times \{ (I + 0.25 \times (-1)^I) \}$$

$$Y' = P \times \{ J \times \sqrt{3}/2 \}$$

前記多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の前記平面からの距離はバラツキを有し、これら頂点の前記平面からの距離の差は、

$$0.01 \leq H \leq 0.1$$

からなる定数Hを用いて、(H×P)μmの範囲内に形成されていることを特徴とする焦点板。

(2)前記多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の前記平面からの距離の差は、

$$0.03 \leq H \leq 0.06$$

からなる定数Hを用いて、(H×P)μmの範囲内に形成されていることを特徴とする請求項(1)記載の焦点板。

(3)前記多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の前記平面上における座標(X, Y)は、前記周期的格子点(X', Y')に対して、所定距離範囲内のバラツキをもって決定されており、該所定距離範囲は、

$$0 < K \leq 0.5$$

からなる定数Kを用いて、前記周期的格子点を中心に、(K×P)μmの範囲内に形成されていることを特徴とする請求項(1)記載の焦点板。

(4)前記多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の前記平面上における座標(X, Y)は、前記周期的格子点(X', Y')に対して、

$$0 < K \leq 0.3$$

からなる定数Kを用いて、前記周期的格子点を中

心に、 $(K \times P) \mu m$ の距離範囲に形成されていることを特徴とする請求項(3)記載の焦点板。

(5)前記多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の前記平面上における座標 (X, Y) の前記周期的格子点 (X', Y') に対する所定距離範囲内のバラツキ、及び前記多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の前記平面からの距離のバラツキは、前記整数の組 (I, J) に関してランダムであることを特徴とする請求項(1)乃至(4)記載の焦点板。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はカメラ等のピント合わせ用の焦点板に関する。

〔従来の技術〕

従来、一眼レフカメラ用の焦点板として様々のものが知られている。例えば、ガラス等の母材を砂掛けにより粗面にし、これから金型を取りプラスチック材料の表面に凸凹を転写し、これを焦点板として使用するものが知られている。また、砂

れるため、多線ボケを生じる等ボケ味が不自然で、きたないと言った欠点がある。

そして、上記両タイプの焦点板の欠点を解決するために、半規則的な図形を点在させたレチクルパターンをステップアンドリビート法により繰り返しながら大面積化してマスク原板を製作し、そのマスクパターンを感光材に滑らかな凹凸として記録する製造方法が、特開昭59-208536号公報により提案されている。この焦点板は、レチクルパターンを形成する各ドットについてその円の直径、中心位置、中心間隔を乱数によって決定することにより、上述した完全不規則パターンと完全周期パターンとの両タイプの欠点を解決しようとしたものである。しかしながら、自然なボケ味を重視する場合には、レチクルパターンのランダム性が強くなるため、完全不規則パターンで問題となったザラツキ感のある粒状性が生じ易いという問題点があった。またステップアンドリビート法の継ぎ目における不自然さの解決法も提案されているが、機械的精度上継ぎ目を完全に一致

掛け粗面による鋭角部分をエッチング等により球面状に加工し、拡散特性を改善したものが特開昭58-80642号公報により提案されている。

しかしこれらの焦点板は、ボケ味が自然である点では評価は高いが、反面暗いレンズや、明るいレンズでも絞りを絞込んだ時に、スクリーン面に細かい砂をまいたようなザラツキ感のある粒状性が見られ、見えを悪くすると言った欠点があった。これは砂掛け面あるいはこれをもとに表面加工した面にはミクロな凸凹形状があって、その粒径も高さも不規則であり、その配置においても非常にランダムであるために生じるものである。

また、別の焦点板として、ミクロな凸凹形状(粒径、高さ)を有し、その配列を完全にそろえたマイクロレンズを周期的に配列した構造の焦点板が特開昭55-90931号公報等により提案されている。この焦点板は、ザラツキ感のある粒状性はなく、明るく見えの良い優れた特徴を持つが、反面その完全周期構造であるがゆえに回折光の方向が回折の次数に対応した特定方向に限定さ

させることは難しく、その上同一パターンを繰り返すためマクロ的に焦点板上に格子模様のムラが生じ見えを悪くしているという欠点がある。

上記のごとき欠点を解決するために、焦点板を形成する微細パターンのランダム性について適切な数値限定を与えた焦点板が、本願と同一出願人による特開昭63-221329号公報により提案されている。この焦点板は微細パターンの各ドットについて2次元の周期構造を与える格子点を決定し、その格子点近傍で所定範囲のバラツキを持たせた点を決定し、この点を中心にして所定の大きさのドットを形成するものである。このようなランダムさを導入することにより完全不規則パターンで問題となったザラツキ感のある粒状性は軽減することは可能であるが、微細なマイクロレンズ状曲面の分布に偏りが生じるために0次及び1次という低次の回折光が強くなり、小さい角度で散乱される光量が多くなるため、焦点板としては明るくはなるものの、ボケ味、ピントの検出し易さには依然として問題が残されていた。

〔発明が解決しようとする課題〕

上述のごとく従来の技術においては、焦点板として、その見え具合においてザラツキ感、粒状性がないことと、明るくボケ味のよいこととは相反する傾向にあるため、両者を同時に満足し得るものは得られておらず、ピントの合致状態を判別する難易の観点からしても、いずれかの欠点が避けられないものであった。

本発明の目的は、ザラツキ感、粒状性がない良好な見え具合でありながら、明るくボケ味が良くピント合致の判別が容易な焦点板を提供することにある。

〔課題を解決する為の手段〕

本発明は、多数のマイクロレンズ状曲面が焦点板の平面上に2次元的に配置されてなる拡散板において、これら微細な凹凸パターンの高さ或いは深さに対して、適当なランダムさを導入したものである。平面的配置については、周期的である場

(1, J) とから決まる次の周期的格子点 (X', Y') で与えられ、

$$X' = P \times \{ (1 + 0.25 \times (-1)^J) \} \quad (1)$$

$$Y' = P \times (J \times \sqrt{3} / 2) \quad (2)$$

前記多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の前記平面からの距離はバラツキを有し、これら頂点の前記平面からの距離の差は、

$$0.01 \leq H \leq 0.1 \quad (3)$$

なる定数Hを用いて、(H×P) μmの範囲に形成されているものである。

ここで本発明におけるマイクロレンズ状曲面とは、その曲面が球状のみならず、円錐状及びこれらに類似した形状の微小形状を総称するものであり、焦点板上のマット面の微細構造として、微小凸面である場合と微小凹面である場合がある。

上記多数のマイクロレンズ状曲面の配列ピッチPは8 μmより小さい場合には、各次数の回折角が大きくなるため焦点板の散乱特性を悪くする。一方、30 μmより大きくなる場合にはマイクロレンズ状曲面の形状が目視の解像範囲に入り、焦

合に限らず適度な範囲で不規則性を付加することが可能である。すなわち、第1図の平面図に示した如く、多数のマイクロレンズ状曲面1について2次元的周期構造を基本としつつ、3次元的には第2図の概略断面図に示す如く、適度の不規則構造を持たせ、焦点板の表面上に設けられる多数のマイクロレンズ状曲面の高さ或いは深さを、適度の範囲で不規則に異なる構成としたものである。第1図の平面図は、多数のマイクロレンズ状曲面の高さを示す等高線図であり、各マイクロレンズ状曲面が凹面である場合には谷の深さを示す等高線としてみることもできる。第2図は多数のマイクロレンズ状曲面が凸面である場合であり、第3図は凹面として形成されている場合の概略断面図である。

具体的には、多数のマイクロレンズ状曲面の配列ピッチPが、

$$8 \mu m \leq P \leq 30 \mu m$$

であり、前記多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の座標(X, Y)は、前記ピッチPと整数の組

点板上のマイクロレンズの配列が目立つことにならないため好ましくない。

そして、上記(3)式の下限を外れる場合には、マイクロレンズ状曲面の高さ或いは深さのバラツキ範囲が小さ過ぎるため、回折光の方向が回折次数に対応した特定の方向に限定されるため多線ボケなどボケ味が悪くなり、また低次回折光が強いためにピントの合致状態の判別が難しくなる。また、上限を超える場合にはマイクロレンズ状曲面の高さ或いは深さのバラツキが大きくなり過ぎるため、従来の不規則配列状の焦点板のごとく粒状性が生じ易くなり、いずれの場合にも良好な焦点板とすることは難しくなる。

以上の如き本発明の基本構成において、多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の高さ或いは深さの差、即ち前記所定平面からの距離の差は、

$$0.03 \leq H \leq 0.06 \quad (4)$$

なる定数Hを用いて、(H×P) μmの範囲に形成することがより好ましい。また、多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の平面的座標(X, Y)

は、周期的格子点 (X', Y') に対して、所定距離範囲内のバラツキをもって決定されており、その所定距離範囲は、

$$0 < K \leq 0.5 \quad (5)$$

からなる定数 K を用いて、前記周期的格子点を中心に、 $(K \times P) \mu m$ の範囲に形成されていることが好ましい。ここで、定数 K は、

$$0 < K \leq 0.3 \quad (6)$$

であることがより好ましい。

そして、多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の平面的座標 (X, Y) の前記周期的格子点 (X', Y') に対する所定距離範囲内のバラツキ、及び多数のマイクロレンズ状曲面の各頂点の前記平面からの距離のバラツキは、前記整数の組 (I, J) に関してランダムであることが好適である。

〔作用〕

本発明は、上記の如く所定平面上に多数のマイクロレンズ状曲面を2次元的に配置されてなる拡散板において、多数のマイクロレンズ状曲面の2

露光の場合焦点板上のピッチ P は P_0 と同じであるが、縮小露光の場合は異なる。配列にランダム性を導入する場合には、前述したとおり第6図の(a)や(b)に示すごとくピッチ P に対応する基準点 N を中心とするバラツキ Δ の範囲内にドット中心座標 (X, Y) を設定する。尚、本発明の焦点板の製造にあたって、前提となる2次元配列については、上述した本願と同一出願人による上記特開昭63-221329号公報に詳細に説明されている手法と同様である。

具体的には、第4図に例示する如く、上記(1)(2)式によって2次元周期構造配列を与える格子点 Q_1, Q_2, Q_3, \dots を決定し、第5図に示す如きドットパターンを形成する。第5図では第4図に示したピッチ P_0 の六方格子に対応するドットを黒点として示している。そして、平面的配置にランダム性を与える場合には、この格子点上にて第6図(a)や第6図(b)に示す如く、格子点の近傍でわずかのバラツキ Δ を持たせた点を決定し、これらの点を中心にしてマスク原板上に、第7図に

次元的配列についてはほぼ周期性をもたせつつ、多数のマイクロレンズ状曲面の高さ又は深さについて適度の分布を与えることによって、ザラツキ感、粒状性がない良好な見え具合と明るい良好なボケ味との両立を可能としたものである。即ち、いわば3次元的なランダム性の導入によって、入射光束に対する最適な散乱特性を持ち、粒状性が目立つことがなく明るくボケ味に優れた拡散板を可能としている。

これら多数のマイクロレンズを形状創成する方法としては、所定のパターンを形成したマスク原板を光学的に転写する公知のフォトリソグラフィ法を用いることが好ましい。この場合、感光材としてフォトレジストあるいはドライフィルムを用い、これらの表面に目的とする多数のマイクロレンズ状曲面からなる凹凸構造を形成する。

本発明の焦点板をフォトリソグラフィ法により製造するためのマスク原板においては、まず第4図に示したごとく、マスク原板上の周期配列の基準点となる六方格子ピッチ P_0 を設定する。等倍

示す如きドットパターンを形成する。このとき目的とするマイクロレンズ状曲面の高さ或いは深さに応じてドットパターンの大きさを変え、大きさに適度な範囲でバラツキを持たせることにより、上述した範囲での高さ或いは深さの分布をもつ多数のマイクロレンズ状曲面を形成することができる。第5図に示したドットパターンは上記(1)(2)式で決定される周期的六方格子点上に直径が最大値 ϕ_{max} 、最小値 ϕ_{min} の異なる大きさのドットを形成してマスク原板のパターンとした例であり、第7図は上記(1)(2)式で決定される周期的格子点を中心として、上記(3)式で与えられる定数 K を用いて前記周期的格子点を中心に、 $(K \times P) \mu m$ の範囲内に、同じく直径が最大値 ϕ_{max} 、最小値 ϕ_{min} の異なる大きさのドットを形成してマスク原板のパターンとした例である。

尚、マイクロレンズ状曲面が凸面となるか凹面となるかは、マスク原板のパターニングの仕方、又感光材がネガであるかポジであるかによって、さらには製造時のレプリカ(型取り)によっても

代わることは言うまでもないが、いずれの場合にもその特性に格別差は認められず、本発明の目的を十分に達成し得るものである。

ここで、焦点板上に形成した山の高さ或いは谷の深さの異なる不規則な形状からなる本発明の焦点板が、前記特開昭63-221329号公報により提案された如く2次元配列においてのみ不規則構造を持つ焦点板に比べ、優れた特性を持つことを第8図～第11図を用いて説明する。

第8図は本発明の基本とする平面的周期構造が完全六方格子である場合の回折像の概略を示す平面図である。第9図～第12図は本発明による焦点板上の多数のマイクロレンズ状曲面の平面的配置や高さ或いは深さを種々に変えた場合の回折像の強度分布を示しており、任意の方向(θ_1)から 30° の方向(θ_{30})までの角度領域における回折光強度分布の計算結果である。

第9図は平面的に完全な周期構造を有する完全周期配列の場合($\Delta/P_0 = K$ として、 $K=0$)で、各マイクロレンズ状曲面の高さは一定($H=$

で問題となったザラツキ感のある粒状性が軽減されることも、前記特開昭63-221329号公報に開示されているとおりである。

そこで、2次元配列にランダム性を導入した第10図の強度分布と、高さの分布に対してランダム性を導入した本発明による第11図の強度分布とを比較比較すると、第11図のように、2次元配列が完全周期構造であってもマイクロレンズの山の高さにランダム性があれば、配列のランダム性と同様に、回折光の指向性が弱まっていることが分かる。しかも、2次元配列のみにランダム性がある第10図の場合では、0次及び1次の回折光が比較的強いのにに対し、マイクロレンズ状曲面の高さにランダム性を設けた場合には、第11図の如く、低次($n=0, 1$)の回折光は一段と弱くなっていることが明らかである。従って、配列にランダム性がある場合に問題となる低次回折光による小角散乱の光量が多くなるがために発生した、焦点板としてのボケ味の悪さ、ピント合致の判別のし難さは、高さにランダム性を導入した本

0)とし、平面的にも立体的にも完全周期構造とした場合であり、回折次数に対応した方向にのみ光が分布することとなっている。そして、第10図は平面的にのみ不規則性を導入した場合($K=0.3, H=0$)である。また、第11図は、第5図に示した如きマスク原板を用いて、二次元的には完全周期配列とした上でマイクロレンズの山の高さにバラツキ $H \times P$ (ここでは $H=0.05$)を設けた本発明の場合の回折強度分布を示している。

ここで、まず完全周期性を持つ第9図と、2次元配列にのみランダム性を導入した第10図とを比較すると、2次元配列にランダム性を導入することによって完全周期配列に比べ、高次回折光($n=2, 3, 4$)のピークが小さくなりかつピークのなかった中間的な回折角度領域にもピークが現れていることが分かる。従って、2次元配列にランダム性を導入することによって、焦点板による回折光の指向性が弱まり、ボケ味がある程度向上することが伺える。また、完全不規則パター

発明の焦点板により改善できることが判る。

〔実施例〕

以下本発明の実施例について説明する。

本発明による第1実施例は、2次元配列を最密充填でありかつ等方性の強い第4図に示すような六方格子状完全周期構造としている。この格子点のピッチは $20\mu\text{m}$ である。この周期配列の格子点を中心にドットパターンの形状を円形状とした場合、第5図に示すごとくその円の直径 ϕ のバラツキ範囲を、 $7\mu\text{m} \leq \phi \leq 13\mu\text{m}$ としている。このようにして形成されたマスク原板を用いてフォトリソに等倍で露光を行い、記録現象処理を施して多数のマイクロレンズ状曲面の形状創成をしたものである。

このようにして製作した高さ方向にランダム性($H=0.05$)を持つ焦点板と、従来のように二次元的配列のみにランダム性($K=0.3$)を持つ焦点板の違いは、回折光強度分布の計算結果で比較した前記第11図と第10図に示したとおりであり、

高さ方向にランダム性がある場合は回折の指向性が弱まっている。

ここで、拡散性について上記第1実施例と従来の焦点板との比較を検討する。第12図は焦点板による全拡散光量を1として各角度以内に拡散される光量の割合を示したグラフであり、横軸は角度、縦軸は各角度以内の積算光量値を表している。上記第11図に示した本発明による第1実施例の焦点板の拡散特性(11)は、第10図に示した二次元的配列にのみ不規則構造を導入した焦点板の拡散特性(10)に比べ小さい角度の散乱光量が抑えられ、第9図に示した完全周期構造を有する焦点板の拡散特性(9)とほぼ同様の散乱分布を持つことが明らかである。このように、本発明の如く、二次元配列におけるランダム性の導入ではなく高さについての言わば3次元的なランダム性の導入によって、低次回折光を相対的に弱めである程度広い角度にわたって均一な散乱特性を持たせることが可能となっており、焦点板として好ましい拡散特性を有していることが分かる。

図の二次元配列のみにランダム性を導入した構造に比べ、低次の回折光強度は低減され、かつ回折の指向性は少なく、好ましい拡散特性を有している。このように、二次元配列状のランダム性をわずかに導入することは有効ではあるが、二次元配列上の不規則性が増して上記Kの値が0.5を超える場合には、ランダム性が強すぎるため、マイクロレンズ状曲面の高さのランダム性による効果は減殺されてしまう。

このため、マイクロレンズ上曲面の頂点の高さの分布や、二次元配列でのランダム性に関して、上述の如き数値限定を行うことにより、拡散特性の優れた焦点板を得ることができる。

尚、本発明の焦点板の製法については、最も簡単には所謂フォトリソグラフィの技術を用いることが有効であり、そのための露光方法としては、コンタクト露光、或いはマスク原板とレジスト面との間に若干の隙間を設けて回折効果や光源の広がりによるボケを利用したプロキシミティ露光を行うことができる。また、必ずしも等倍露光でな

また、本発明による第2実施例は、高さ方向のランダム性に加えて二次元配列構造にもわずかに不規則性を加味したものである。まずマスク原板上に第4図のように六方格子状の完全周期ピッチ $20\mu\text{m}$ の基準点Nを決め、第6図の(a)や(b)に示すようにドットの中心位置を、その基準点Nを中心にバラツキ範囲 Δ を、 $0 \leq \Delta \leq 3\mu\text{m}$ として決定した。そして、第7図に示すごとくそのドット中心位置に円形状の開口部あるいは透光部を、その直径 ϕ のバラツキ範囲($\phi_{\text{min}} \sim \phi_{\text{max}}$)を

$$8\mu\text{m} \leq \phi \leq 12\mu\text{m}$$

としている。このようにして形成されたマスク原板を用いて、上記実施例と同様に等倍露光、記録現像処理を行い、わずかな二次元配列の不規則性($K=0.015$)を有し、かつマイクロレンズ状曲面の高さにランダム性($H=0.03$)を有する焦点板が得られた。この焦点板の回折光強度分布の計算結果は第13図に示したとおりである。この場合においても第9図の完全周期構造あるいは第10

くても、縮小投影露光でもよいし、感光材としてフォトリソの場合ポジ型、ネガ型どちらでもよい、またゼラチン乾板を用いてもよい。さらに、マスク原板状に形成されるパターンとしては必ずしも円形のドット形状でなくてもよいし、二次元配列の基準点は必ずしも六方格子構造である必要はなく、ピッチも $20\mu\text{m}$ に限る必要はない。上記の如く焦点板上において $8\mu\text{m} \leq P \leq 30\mu\text{m}$ の範囲とすることが実用的である。

〔発明の効果〕

以上のように本発明によれば、焦点板上のマイクロレンズ状曲面の形状、特に凸凹の山の高さあるいは谷の深さに関して、ある程度のランダム性を導入した形状とすることにより、暗いレンズや、絞りを絞った場合にも粒状性によるザラツキ感がなく、しかもボケ味の良好な焦点板を得ることができる。そして、従来の如く二次元配列のみにランダム性を導入した焦点板と比べ、本発明においては配列ではランダム性を抑えることができるた

め、個々のマイクロレンズ状曲面の連続的なつながりを個々の少ないものとすることができ、一層良好な散乱特性を発現させることが可能となる。すなわち、本発明により周期構造の効果である粒状性のない明るさと、不規則構造の効果である多線ボケ、色付きのないボケ味の良さとの相反する両者の特徴を同時に達成することが可能となるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による焦点板の微細構造をなす多数のマイクロレンズ状曲面の形状を例示する等高線図。

第2図は多数のマイクロレンズ状曲面が凸面である場合の概略断面図。

第3図は多数のマイクロレンズ状曲面が凹面として形成されている場合の概略断面図。

第4図はマスク原板上に形成される二次元配列六方格子の基準点を示す平面図。

第5図は周期配列格子点としての基準点を中心

に多数のマイクロレンズ状曲面の高さ方向にランダムさを形成するためのドットパターンを形成したマスク原板のパターン例を示す平面図。

第6図(a)及び(b)はドットの中心位置を基準点Nを中心に所定のバラツキ範囲で設定した例を示す平面図。第7図は第6図のようにして決定された中心点に多数のマイクロレンズ状曲面の高さ方向にランダムさを形成するためのドットパターンを形成したマスク原板のパターン例を示す平面図。

第8図は多数のマイクロレンズ状曲面を完全周期構造とした場合の回折光の強度分布説明図。

第9図は完全周期構造の焦点板の回折光強度分布の計算結果。

第10図は二次元配列のみにランダム性を導入した構造からなる焦点板の回折光強度分布の計算結果。

第11図は本発明の第1実施例による焦点板の回折光強度分布の計算結果。

第12図は焦点板による全拡散光量を1として

各角度以内に拡散される光量の割合を示したグラフ。

第13図は本発明の第2実施例による焦点板の回折光強度分布の計算結果。

〔主要部分の符号の説明〕

1 …… マイクロレンズ状曲面

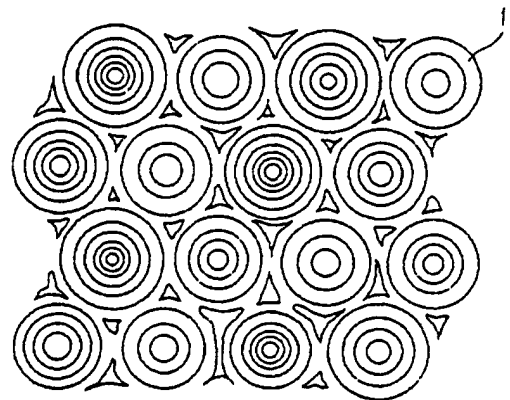
P₀ …… マスク原板の配列ピッチ

φ_{min} …… マイクロレンズ状曲面の高さにバラツキを形成するためのマスク原板上のドットパターンの最小直径

φ_{max} …… マイクロレンズ状曲面の高さにバラツキを形成するためのマスク原板上のドットパターンの最大直径

△ …… マスク原板のドット配列のバラツキ範囲

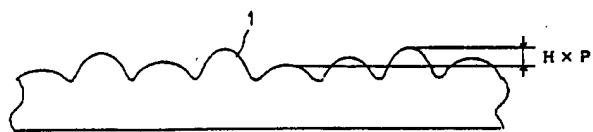
N …… マスク原板の六方格子配列の基準点



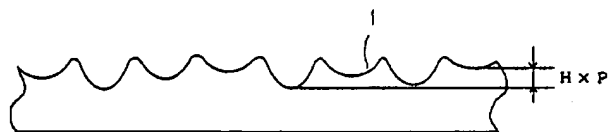
第 1 図

出願人 株式会社 ニコン

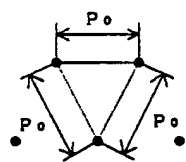
代理人 弁理士 渡辺隆男



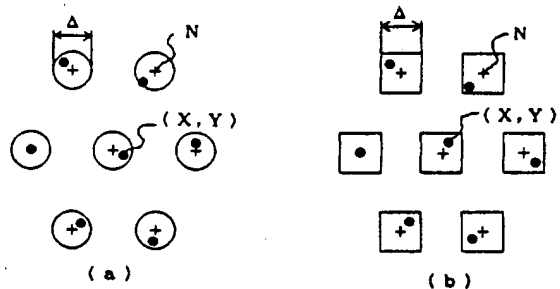
第 2 図



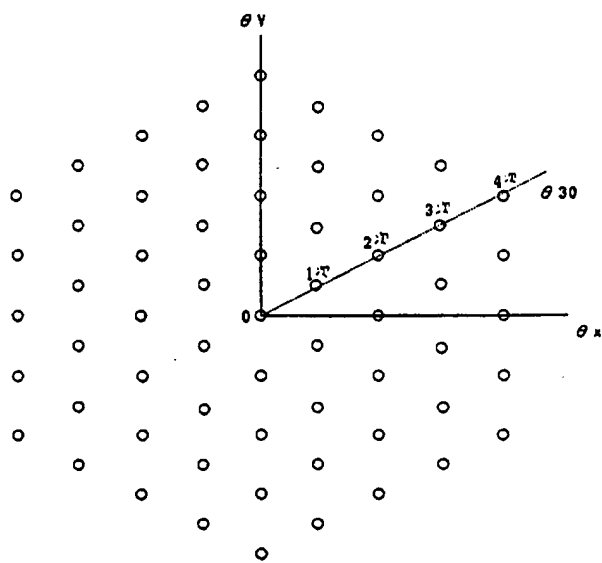
第 3 図



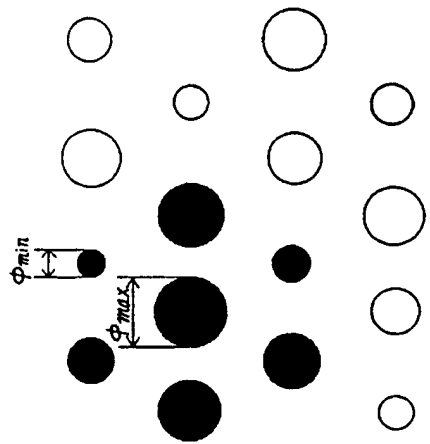
第 4 図



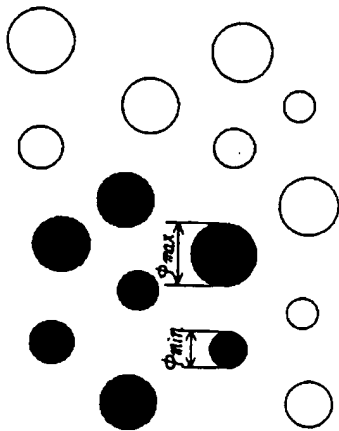
第 6 図



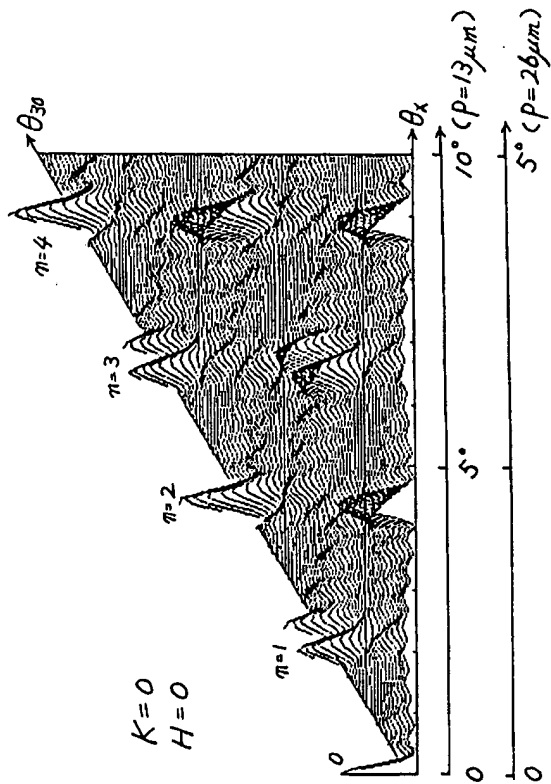
第 8 図



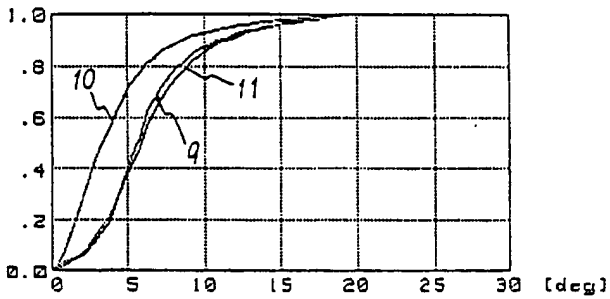
第 5 図



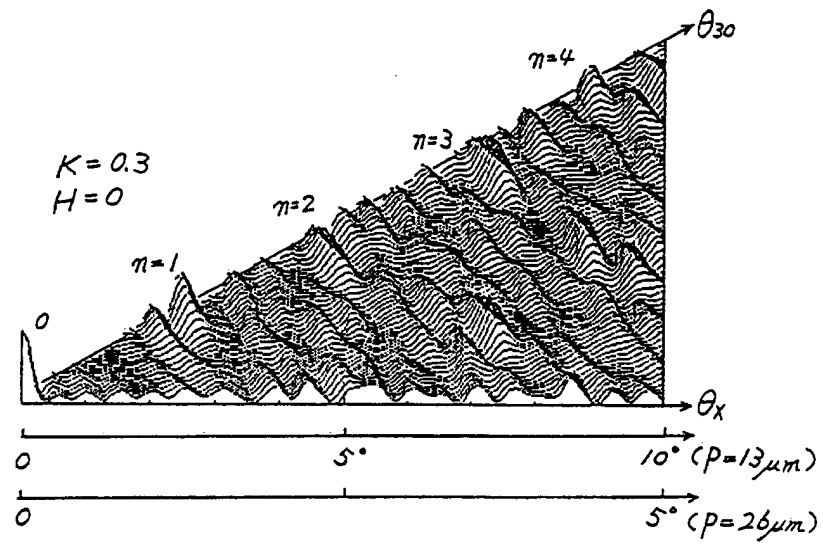
第 7 図



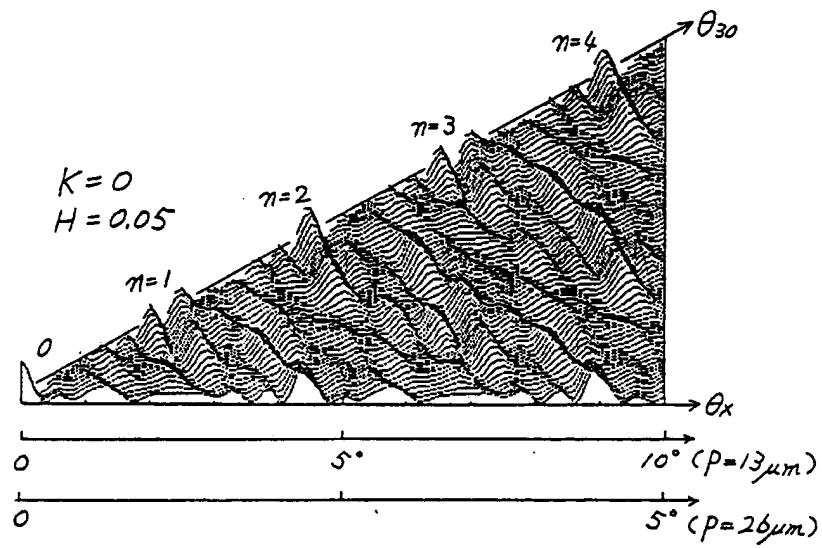
第 9 図



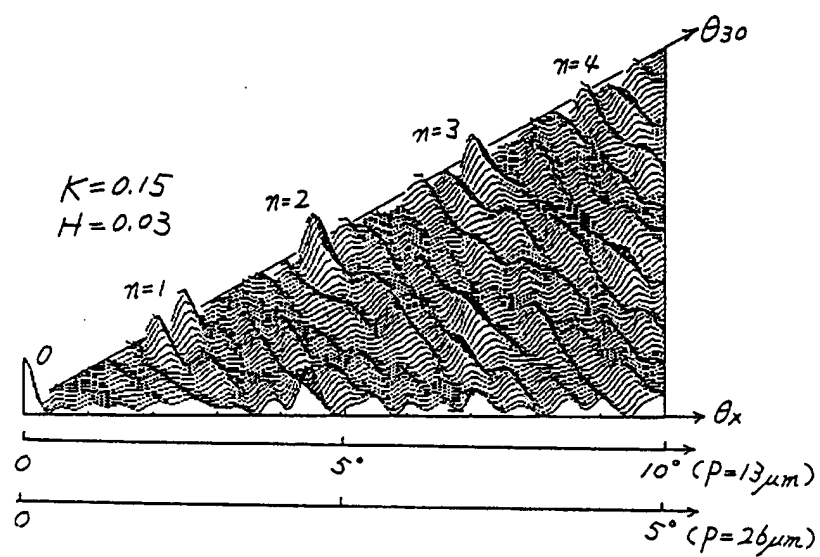
第 12 図



第 10 図



第 11 図



第 13 図